

Виртуално Лабораторно Упражнение за Измерване на Ток с Аналогов Амперметър

Владислав Славов¹⁾

¹⁾ Технически университет – София, бул. Климент Охридски 8, www.tu-sofia.bg

Резюме: В този доклад е описана работата на виртуално лабораторно упражнение за измерване на електрически ток. Упражнението е изградено въз основа на интерактивен виртуален инструмент създаден в средата на LabVIEW. Докладът се отнася към тенденцията на въвеждане на допълнителни, интерактивни средства за обучение на студенти от инженерни специалности с възможности за отдалечен достъп до образователна среда. Виртуалното упражнение е разработено по проект BG051PO001-4.3.04-0058, „Иновационни форми за дистанционно обучение в Българските университети“.

Ключови думи: - виртуална лаборатория, виртуален инструмент, дистанционен достъп, шунтов резистор

1. Въведение

Бързото развитие в сферата на технологиите установи и специфични проблеми в академичната област и по-специално в инженерните дисциплини. Поражда се постоянна нужда от развиване и уголемяване на количеството лекционни курсове, която да следва тези промени и това важи най-вече за областта инженерното образование и експерименталната работа. Основният проблем се състои в осигуряване на студентите със значим и относително практически опит в рамките на среда с ограничени ресурси.

В края на миналия век са разработени немалко компютърно базирани инженерни курсове [1], с цел да заменят конвенционалните техники на преподаване, които имат значими недостатъци, произтичащи от присъщите им ограничения.

Благодарение на развиващите се компютърни технологии и програмно осигуряване е осъществимо вграждането на нови, по-ефективни, интерактивни и потребителски ориентирани системи, без използване на скъпи специфични програмни продукти инструменти.

Особено предизвикателство този проблем представлява, когато се отнася до обучението на инженери и технически специалисти. Тенденция в последните няколко години е изграждането на модули и

цели курсове на база виртуални технологии [2], използвайки концепцията за виртуалната лаборатория [3]. Преодоляването на присъщите за реалната лабораторна среда ограничения от ресурсен тип е цел, но тя не трябва да се постига за сметка на качеството на образователния процес. Напротив, идеята за внедряване на лабораторни модули с използвани на виртуални технологии идва от предимствата, които концепцията може да предостави като цели да подпомогне обучението, създавайки ресурси за извън класни (без физическо присъствие на обучаемия в реалната лаборатория) занимания – самоподготовка, допълнителна подготовка, подпомагащо обучение.

Следваща стъпка в развитието на тези технологии е използването на виртуалните лаборатории през мобилни устройства за провеждането на така нареченото м-обучение [4].

2. Измерване на електрически ток с аналогов амперметър

Уредът за измерване на електрически ток се наричат амперметър и се означава с А. Той се свързва последователно на консуматорите или в клон на веригата, в който трябва да се измери токът. За да не се изменя работният режим на веригата при включване на амперметъра, той трябва да има много малко съпротивление, т.е малка

собствена консумация. Идеален амперметър би бил този, който има нулево съпротивление. Отклонението на стрелката или светлинното петно на електромеханичните амперметри се дължи на протичащия ток през бобината на уреда.

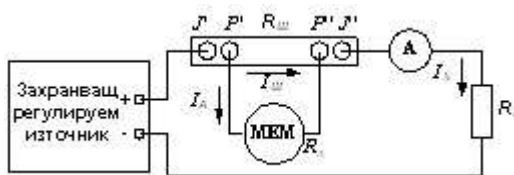
Всеки стрелкови амперметър има константа, която се определя от зависимостта

$$C_A = \frac{I_H}{\theta_H}, \quad (1)$$

където I_H е номинална стойност (обхват) на амперметъра, а θ_H е номиналният (общ) брой скални деления от скалата на уреда. Размерността и е например А/дел; mA/дел; μ A/дел. и др. и представлява тази стойност на тока, която предизвиква отклонение на стрелката на едно деление от скалата. Ако показанието на стрелката на уреда е θ_x скални деления, то стойността на измервания ток е

$$I_x = C_A \theta_x. \quad (2)$$

Когато измерваният ток I_x е по-голям от I_H , се налага разширяване на обхвата на уреда, което се извършва чрез шунтов резистор (шунт) или токов трансформатор (ТТ). Кой от двата начина ще се приложи, зависи главно от вида на тока (постоянен или променлив) и от типа на измервателния уред, т.е. неговия "принцип" на действие. Обикновено шунтът се използва при разширяване обхвата на уреда при постоянен ток, а токовият трансформатор - само при променлив ток.



Фиг. 1. Разширяване обхвата на амперметър чрез шунтов резистор

Разширяването на обхвата на амперметъра чрез шунт е показано на фиг.1. Ролята на амперметър се изпълнява от магнитоелектрически механизъм (MEM) с обхват по ток .

Шунтът $R_{ш}$ отклонява част от измервания ток през товарния резистор R . Така през измервателния уред протича ток I_a , по-малък или равен на номиналния ток. С m се означава коефициентът, показващ колко пъти е увеличен обхвата на MEM, т.е.

$$m = \frac{I_H^l}{I_H} \quad (3)$$

където I_H^l е разширеният номинален обхват на стрелковия амперметър.. Коефициентът m се нарича коефициент на шунтиране или шунтов множител.

Съпротивлението на шунта има стойност, която зависи от вътрешното съпротивление на амперметъра R_A на MEM и от шунтовия множител. $R_{ш}$ се определя се от формулата [5]

$$R_{ш} = \frac{R_A}{m-1} \quad (4)$$

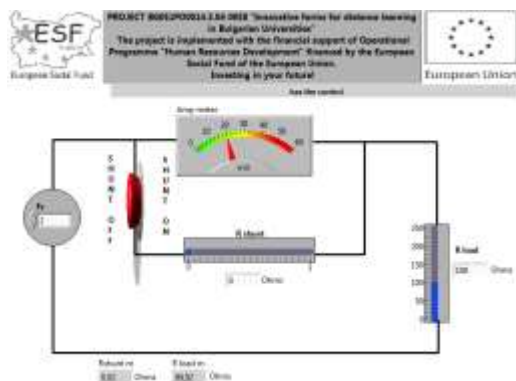
3. Виртуален инструмент за измерване на електрически ток с аналогов амперметър

Основно действие при създаването на виртуалното упражнение е проектирането на програмен продукт, който да позволява дистанционно управление или отдалечен достъп т.е. достъп до интерфейса през интернет. За тази реализация беше избран продукта на National Instruments LabVIEW, който има вграден уеб сървър и позволява публикуване на лицевия панел т.е. потребителския интерфейс на програмата (всяка програма създадена в средата LabVIEW се нарича виртуален инструмент) в уеб мрежата.

Беше създаден изцяло софтуерен продукт, който да имитира реалното изпълнение на задачата за измервана на електрически ток със стрелкови амперметър

и включване на шунтов резистор за разширяване на обхвата.

На фигура 2 е представен лицевия панел на виртуалния инструмент за измерване на ток с аналогов амперметър.



Фиг.2 Лицев панел на виртуален инструмент за измерване на ток а аналогов амперметър

Интерфейсът е интерактивен и позволява въвеждане на стойности на захранващото напрежение E_s , товарното съпротивление R_{LOAD} , шунтовото съпротивление R_{SHUNT} , включване и изключване на шумтовия резистор във веригата чрез ключ. По подразбиране е зададен обхват на амперметъра 60 mA. Той е с константа 1 mA/дел.

При изпълнението на задачата има два случая:

- 1 случай: измерване на електрически ток с големина по-малка от 60 mA (не е необходимо разширяване на обхвата);
- 2 случай: измерване на електрически ток по-голям от 60 mA (необходимо е включване на шунтов реситор);

И в двата случая стойността на тока т.е. показанието на амперметъра се изчислява от програмата като за първия случай това става по закона на Ом. В изчисленията се взема предвид вътрешно съпротивление на амперметъра 1Ω т.е. при измерване без разширяване на обхвата токът през амперметъра I_a се изчислява по

$$I_a = \frac{E_s}{R_{LOAD} + R} \quad (5)$$

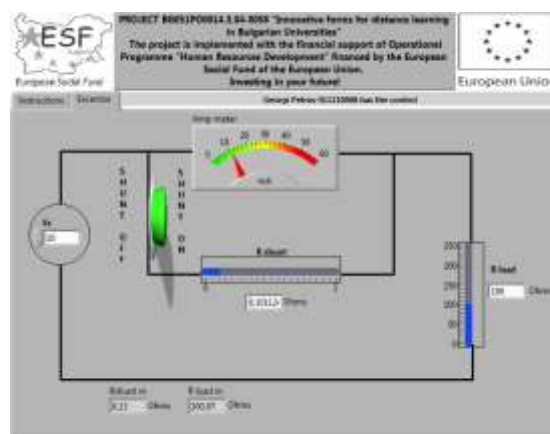
където R е вътрешното съпротивление на амперметъра.

В случая, когато се налага разширяване на обхвата се използват формулите:

$$I = \frac{E_s(R + R_{SHUNT})}{R_{SHUNT}R + R_{LOAD}R + R_{LOAD}R_{SHUNT}} \quad (6)$$

$$I_a = I - \frac{E_s - IR_{LOAD}}{R_{SHUNT}} \quad (7)$$

където I_a е токът през амперметъра (фиг 3).



Фиг. 3. Лицев панел на виртуален инструмент за измерване на ток а аналогов амперметър с включен шунтов резистор

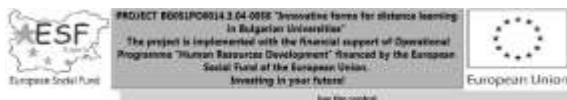
В допълнение виртуалният инструмент създава изкуствено отклонение от зададените стойности на съпротивленията R_{LOAD} и R_{SHUNT} . На практика токът се изчислява с използване на тези стойности на съпротивленията. Целта е виртуалният инструмент да представи среда максимално близко до реалната. В нея съпротивленията имат толеранс. Тези стойности се визуализират на лицевия панел и са представени като измерените стойности на съответните съпротивления, означени като R_{LOADm} и R_{SHUNTm} .

4. Функционалност на виртуалното упражнение

За да бъде виртуалният инструмент виртуално упражнение той трябва да

предоставя функционалности на потребителя, които да го подпомагат и водят по време на работата. От друга страна инструмента трябва да подпомага отговорния преподавател при контрола над изпълнението.

В помощ на потребителя в отделен прозорец на виртуалния инструмент са въведени инструкции за изпълнение (фиг. 4).



1. To control the VI right click and Request the control.
2. Go to the Resistance tab and adjust the values of the resistors and its according to your assignment.
3. Start the VI using the white arrow in the upper left corner.
4. Enter your name and faculty number.
5. If the switch is left positioned the short resistor (Rshort) is not connected. To connect Rshort toggle the switch.
6. R short and R load in are the measured values of the load and the short resistors.
7. When you finish your work right click and Release the control in order the next user to be able to use the VI.

Фиг. 4 Прозорец с инструкции за потребителя

Потребителят има две възможности след отваряне на виртуалното упражнение, което става чрез въвеждане на неговия URL адрес в стандартен браузър и предварително инсталиране на подходяща приставка или т.нар. LabVIEW Run Time Engine. Първата възможност е да управлява виртуалния инструмент като трябва да се има предвид, че в един момент само един потребител може да прави това. Тази функционалност доближава така софтуерното определения инструмент към реалната лабораторна среда, в която в един момент само един студент може да работи с измервателния уред. От друга страна втората възможност е да се наблюдава виртуалния инструмент т.е. всички други, които нямат контрола могат да наблюдават работата на този, който управлява в конкретния момент виртуалния инструмент.

В помощ на преподавателя виртуалният инструмент създава табличен файл, в който се записват данните за студента, които той въвежда при стартиране на виртуалния инструмент (имена и факултетен номер). В допълнение в таблицата се записват и стойностите на тока, на товарното и шунтовото съпротивления и на захранващото напрежение. Виртуалният

инструмент проследява и IP адресът през, който е направен достъпа.

Функционалността на виртуалното упражнение може да бъде обобщена в предоставяне на следните възможности:

- Дистанционно управление
- Дистанционно наблюдение
- Интерактивност
- Възможност за работа в група
- Създава файл с данни за работата на потребителя

4. Заключение

В настоящия доклад е описана работата на виртуален инструмент за измерване на електрически ток със стрелкови амперметър. Виртуалният инструмент е приложен във виртуално упражнение. Създаването на това упражнение е стъпка към по-голяма задача, по която се работи в момента, а именно разработване на виртуална лабораторна среда, която да е в помощ на обучението на студентите по дисциплини водени от състава на катедра „Електроизмервателна техника“, Факултет „Автоматика“. Упражнението все още не е апробирано сред студентите, което е следваща стъпка в работата. Аprobацията трябва да даде обратна връзка, която да доведе до неговото подобряване.

Признателност

Този доклад е разработен по проект BG051PO001-4.3.04-0058 „Иновационни форми за дистанционно обучение в Българските университети“. Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Техническият университет - София, чрез ФАИО носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или ГДСФМОП.

5. Литература

- [1] Z. J. Pudlowski, (Ed.) „Computers in Electrical Engineering Education-Research, Development and Application“, Monash

Engineering Education Series, Monash University, Melbourne, Australia 1995

[2] **Balamuralithara, B., and P. C. Woods.** "Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab." *Computer Applications in Engineering Education* 17.1 (2009) pp 108-118.

[3] **Joseba Arzoz, Vladislav Slavov, Tasho Tashev,** "Virtual Laboratory Research", *Proceeding of the 6th International Conference on Challenges in Higher Education and Research in the 21st Century*, June 4-7, 2008, Sozopol, p. 403 – 407

[4] **Asya Asenova, Kameliya Yotovska, Pavlin Dulev,** „*Universitetski kurs za mobilno*

obuchenie“, Nauchni redaktori: prof. d-r Tasho Tashev, gl. as. d-r Vladislav Slavov

[5] **N. Gurov, K. Galabov, R. Deliyski, A. Pandelova, V. Slavov, P. Tsvetkov,** *Rakovodstvo za laboratorni uprazhneniya po Elektricheski izmervaniya – chast 1*, 7-mo dopalнено i preraboteno izdanie, Izdatelstvo na TU-Sofiya, 2012

Данни за авторите:

Владислав Деянов Славов – Автоматика, информационна и управляваща техника (2003), главен асистент (2008), научна степен „Доктор“ (2011), катедра „Електроизмервателна техника“, факултет „Автоматика“, Технически университет – София.

Virtual Laboratory Exercise for Electrical Current Measurement with an Analogue Ammeter

Vladislav Slavov ¹⁾

¹⁾ Technical University of Sofia, bul. Kliment Ohridski 8, www.tu-sofia.bg

Abstract: - This report describes the operation of a virtual laboratory exercise to measure electrical current. The exercise is built on an interactive virtual instrument created in the environment of LabVIEW. The report refers to the tendency to introduce additional, interactive tools for training engineering students with options for remote access to the educational environment. The virtual exercise was developed under the project BG051PO001-4.3.04-0058 "Innovative forms of distance learning in Bulgarian universities."

Key-Words: - virtual laboratory, virtual instrument, remote access, shunt resistor